

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-114499

(43)Date of publication of application : 26.04.1990

(51)Int.Cl.

H05H 7/08

H01F 7/20

H05H 7/04

H05H 7/10

(21)Application number : 63-268673

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 25.10.1988

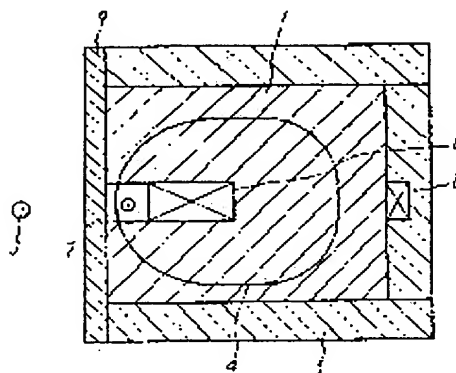
(72)Inventor : NAKADA SHUHEI

## (54) PULSE ELECTROMAGNET

## (57)Abstract:

PURPOSE: To uniform a magnetic field and make it possible to obtain a wide acceptance by shielding a part of a core in a gap side with a shielding plate and setting the thickness of the shielding plate to be thicker than a skin thickness determined according to frequency of a pulse current applied on an electromagnet and permeability and conductivity of the shielding plate.

CONSTITUTION: A part of a C-type.1 in gap existing side is covered with a shielding plate 9 and the thickness of the shielding plate 9 is made thicker than a skin thickness determined according to frequency of a pulse current applied on an electromagnet and permeability and conductivity of a material of the shielding plate 9. In this case, mirror current runs through the shielding plate 9 and no magnetic field can exist in space where particles passing on a trajectory 3 are present. A magnetic field generated by a pulse electromagnet is thus prevented from leaking outside by the shielding plate 9. As a result, a sufficiently uniform magnetic field based on the mirror current running in the shielding plate 9 which is thicker than the skin thickness and wide acceptance are obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平2-114499

⑬ Int.Cl.<sup>5</sup>

H 05 H 7/08  
H 01 F 7/20  
H 05 H 7/04  
7/10

識別記号

Z

庁内整理番号

8805-2G  
6447-5E  
8805-2G  
8805-2G

⑭ 公開 平成2年(1990)4月26日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 ハルス電磁石

⑯ 特 願 昭63-268673

⑰ 出 願 昭63(1988)10月25日

⑱ 発 明 者 中 田 修 平 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社  
中央研究所内

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

# 明 細 書

## 1. 発明の名称

ハルス電磁石

## 2. 特許請求の範囲

リング型粒子加速器の粒子の取り入れ、または取り出し部に設けられ、粒子の軌道に垂直な断面がC型のコアをなすハルス電磁石において、上記C型のコアの空隙部のある側の一面を遮蔽板で覆うとともに、上記遮蔽板の厚さを、電磁石に印可されるハルス電流の周波数並びに上記遮蔽板材質の透磁率及び導電率より決まる表皮厚よりも厚くしたことを特徴とするハルス電磁石。

## 3. 発明の詳細な説明

### 〔産業上の利用分野〕

この発明は、例えば荷電粒子加速器もしくは粒子蓄積リング装置の粒子の取り込み取り出し部に用いられるハルス電磁石に関するものである。

### 〔従来の技術〕

第3図は例えば「入射用シンクロトン設計」(UV-SOR-7、March 1981: 分

子科学研究所)に示された従来のハルス電磁石を示す断面構成図であり、粒子の軌道に垂直な断面を示す。図において、(1)はC型のコア、(2)は取り出される粒子ビームの軌道、(3)はシンクロトン中の粒子ビームの軌道、(4)の矢印は発生する磁束、(5)はマグネットホルダー、(6)はセプタムコイル、(7)はリターンコイルである。なお、各部の寸法はmm単位で示されている。

従来のハルス電磁石は上記の様に構成されている。次に動作原理について説明する。セプタムコイル(6)、リターンコイル(7)には、符号が反対で同じ値の電流が流れることになっている。コア(1)は磁性体を材質としており、セプタムコイル(6)とリターンコイル(7)の電流で発生する磁束は、電磁気学の教える通りコア中を通る閉じた曲線を描く。このために、軌道(2)を通過する粒子は磁界中を通過することとなりその軌道を曲げられる。一方、軌道(3)を通過する粒子には、ハルス電磁石の発生する磁界の存在しない空間を通過するので、ハルス電磁石運転による擾乱を受けない

こととなる。

【発明が解決しようとする課題】

従来のパルス電磁石は以上のように構成されていたので、発生する磁界の空間分布をよくするためにはセブタムコイル(6)を薄くしなければならない。また、第3図中、C型のコアの空隙部、即ち軌道(2)を通過する粒子の存在する空間(以下、アクセプタンスと略する)を広く取るためにもセブタムコイルの厚みは薄ければ薄いほどよい。しかしながらセブタムコイルを薄くするなりして、コイル断面積が小さくなることは、コイルに流れる電流密度が大きくなり発熱の点で問題があり、セブタムコイルの外側に冷却配管を備える必要があった。また、縦方向に空間を広げてアクセプタンスを広くするためには、セブタムコイルにさらに大電流を流す必要があったが、前述と同様、発熱の点で問題があった。また、セブタムコイルに作用する電磁力に影響されないようにするには、セブタムコイルの押え板が必要であった。このように従来装置は複雑な機構を必要とした。また、

つ電磁力の影響がなく、広いアクセプタンスが得られるパルス電磁石が構成される。

【実施例】

以下、この発明の一実施例によるパルス電磁石を図について説明する。第1図はこの発明の一実施例によるパルス電磁石を示す断面図、第2図はこの発明の一実施例によるパルス電磁石の動作を説明する説明図であり、この発明の一実施例によるパルス電磁石と等価的な電磁石を示す。図において、(1)~(5)は上記従来装置と全く同一のものである。(8)は電磁石のコイルである。(9)はC型のコア(1)の空隙部のある側の一面を覆う遮蔽板であり、その厚さは、電磁石に印可されるパルス電流の周波数並びに上記遮蔽板材質の透磁率及び導電率より決まる表皮厚よりも厚くしている。即ち、遮蔽板を例えば純鉄で構成すれば、透磁率は $1000 \times 4\pi \times 10^{-7}$ 、導電率は $10 \times 10^{-8}$ 、電磁石に印可されるパルス電流の周波数を $2\pi \times 10^3$ とすれば、表皮厚は約0.1mmとなり、遮蔽板の厚さを例えば1mmとすればよい。

セブタムコイルとコアとの電氣的な絶縁が困難なためにコイル電流値を上げることが出来ず、発生磁界値を十分取ることが出来なかった。

この発明は上記のような問題点を解決するためになされたものであり、十分な磁界均一度を有し、漏れ磁界が少なく、電磁力にも影響されず、かつ広いアクセプタンスが得られるようなパルス電磁石を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

この発明に係わるパルス電磁石は、C型のコアの空隙部のある側の一面を遮蔽板で覆うとともに、上記遮蔽板の厚さを、電磁石に印可されるパルス電流の周波数並びに上記遮蔽板材質の透磁率及び導電率より決まる表皮厚よりも厚くしたものである。

【作用】

この発明においては、パルス電磁石によって発生した磁界は遮蔽板によって外部に漏れることは無い。また、表皮厚以上の遮蔽板中を流れる鏡像電流の効果により、充分の磁界均一度を有し、か

次に動作原理について説明する。コイル(8)の電流で発生する磁束は、電磁気学の教える通りコア中を通る閉じた曲線を描く。遮蔽板(9)の厚みが材質の透磁率、導電率、パルスの周波数によって決まる表皮厚よりも厚い場合、鏡像電流が遮蔽板(9)中を流る。この時、軌道(3)を通過する粒子が存在する空間には磁界は存在しなくなる。また、軌道(2)を通過する粒子が存在する空間中の磁界はあたかも第2図の電磁石の発生する磁界と同一となり磁界均一度も非常に良くなる。また、遮蔽板(9)に生じる電磁力の向きはC型コアの空隙部に引き込まれる力であり、この応力を支える支点はコアの空隙部のエッジとなり、空隙部が非常に小さければ遮蔽板に加わる曲げ応力は小さなものとなり薄い遮蔽板でも十分耐えることが出来る。また、遮蔽板(9)にはイメージ電流が流れるが、セブタムコイルの場合と異なって遮蔽板の断面積を広く取ることができ、またコアとの接触面も大きいために熱の流出が大きく、発熱も問題無い。従って、アクセプタンスも広くとれる。

さらに、遮蔽板(9)には絶縁の問題もないためにコイル電流を多く取ることが出来て十分な磁界を発生することが出来る。また、遮蔽板(9)によってパルス電磁石に発生した磁界は外部に漏れることは無い。

なお、上記実施例では遮蔽板(9)はC型コアの一面だけとしたが全面を覆っても同様の動作を期待できる。

#### 【発明の効果】

以上のように、この発明によればC型のコアの空隙部のある側の一面を遮蔽板で覆うとともに、上記遮蔽板の厚さを、電磁石に印可されるパルス電流の周波数並びに上記遮蔽板材質の透磁率及び導電率より決まる表皮厚よりも厚くしたので、十分な磁界均一度を有し、漏れ磁界が少なく、電磁力にも影響されず、かつ広いアクセプタンスが得られるようなパルス電磁石が得られる効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例によるパルス電磁石を示す断面図、第2図はこの発明の一実施例に

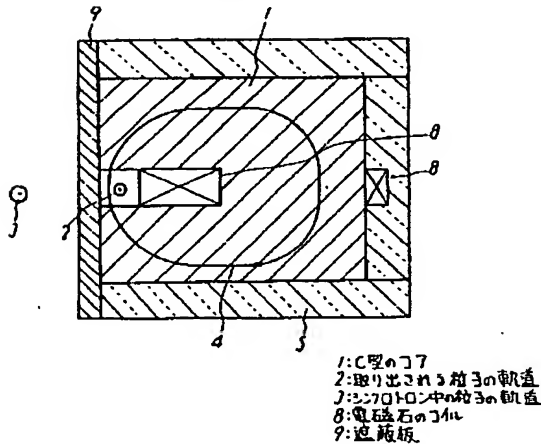
よるパルス電磁石の動作を説明する説明図、及び第3図は従来のパルス電磁石を示す断面構成図である。

図において、(1)はC型のコア、(2)は取り出される粒子ビームの軌道、(3)はシンクロトロン中の粒子ビームの軌道、(8)は電磁石のコイル、(9)は遮蔽板である。

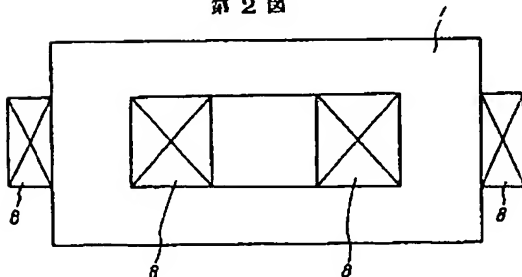
なお、図中、同一符号は同一または相当部分を示す。

代理人 大岩増雄

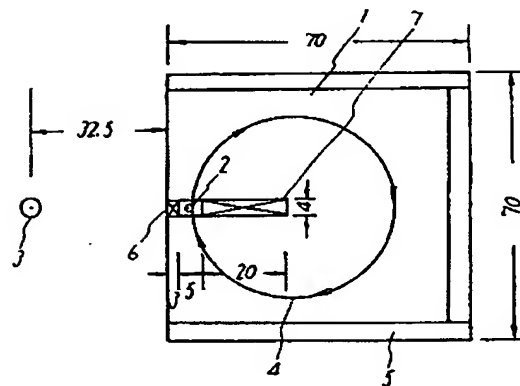
第1図



第2図



第3図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**